

Возила са погоном на свим точковима

Циркулација паразитске снаге

Универзитет у Београду
Машински факултет
Катедра за моторна возила



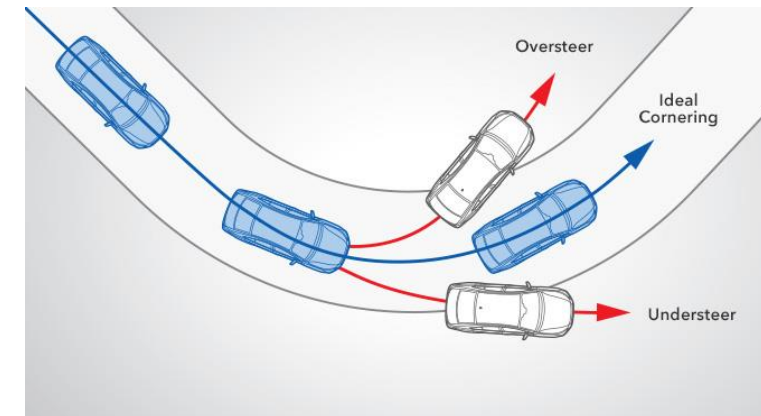
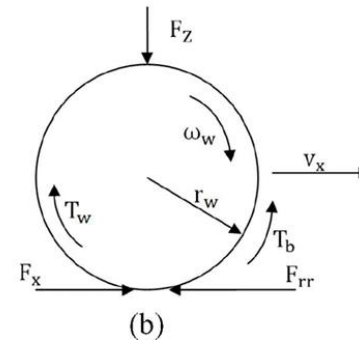
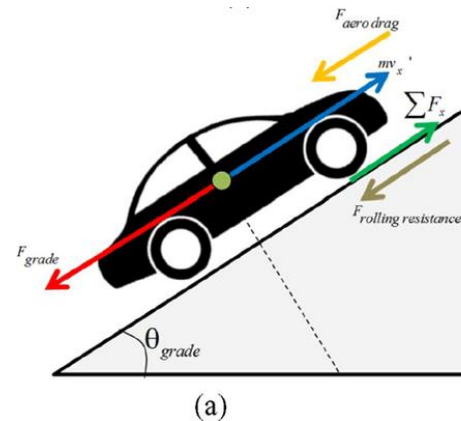
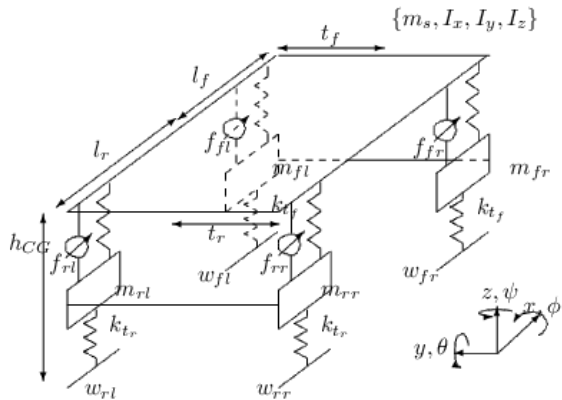
Понашање возила при кретању

Понашање возила при кретању опредељено је његовим карактеристикама и силама које делују на возило. Силе потичу од гравитације, струјања ваздуха), маршрута (успони, падови), различитих поремећаја и команди возача (погон, кочење, управљање, ...) и на подлогу се преносе преко кретаца (точкова – пнеуматика).

Динамика возила изучава кретање возила по уређеним подлогама, саобраћајницама, и ванпутним условима. Разматрају се осцилације, убрзање, кочење, ..., скретање, ... (сви режими који су присутни, или се могу појавити у реалном коришћењу).

Могу се издвојити следеће целине:

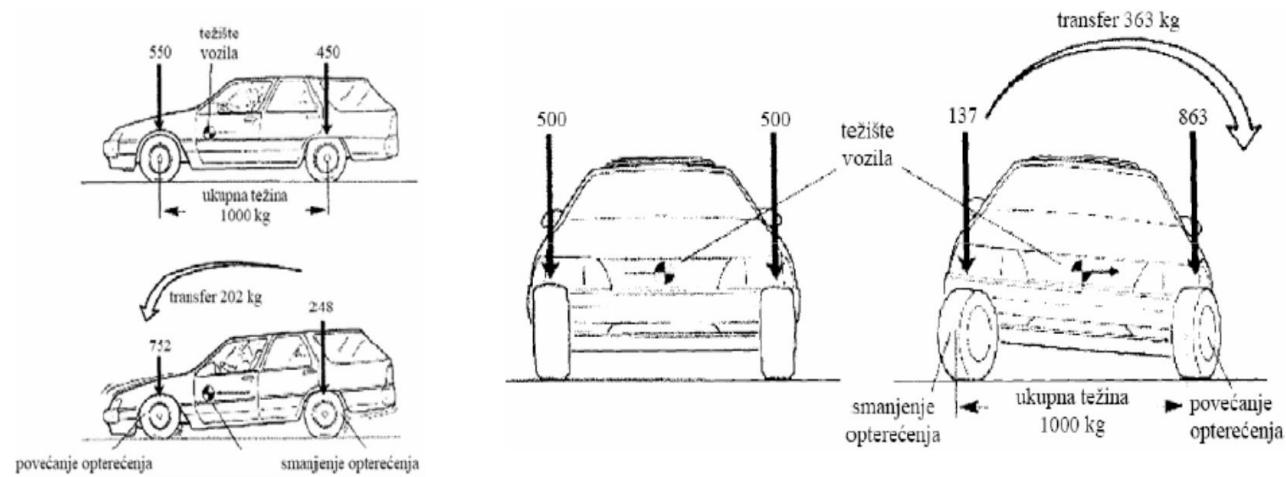
- Вертикална динамика - осцилације возила у различитим формама и у принципу се бави проблемима комфора;
- Подужна динамика - вучно-динамичке карактеристике и кочење;
- Бочна динамика се бави управљањем, стабилношћу и управљивошћу.



Контакт кретања — пнеуматик и тло

Кретачи (точкови или пнеуматици) су једини делови аутомобила у контакту са подлогом — окружењем. У том контакту јављају се и преносе све силе које опредељују сва стања и понашања возила (пожељно је да овај контакт буде сталан, односно да се не нарушава, јер одсуство контакта доводи до потпуног губитка контроле над возилом).

Карактеристике точка, односно пнеуматика, имају значајан утицај на перформансе, безбедност и стабилност кретања возила, јер дефинишу физички лимит сила који се може остварити у контакту са тлом (нпр. зауставни пут по снегу са зимским пнеуматичима краћи у односу на возило са летњим пнеуматичима; могућност дистрибуције бочних сила и „држање“ возила при кретању у кривини се побољшава са нископрофилним пнеуматичима; ...).



Расподела погонских момената – Torque Vectoring

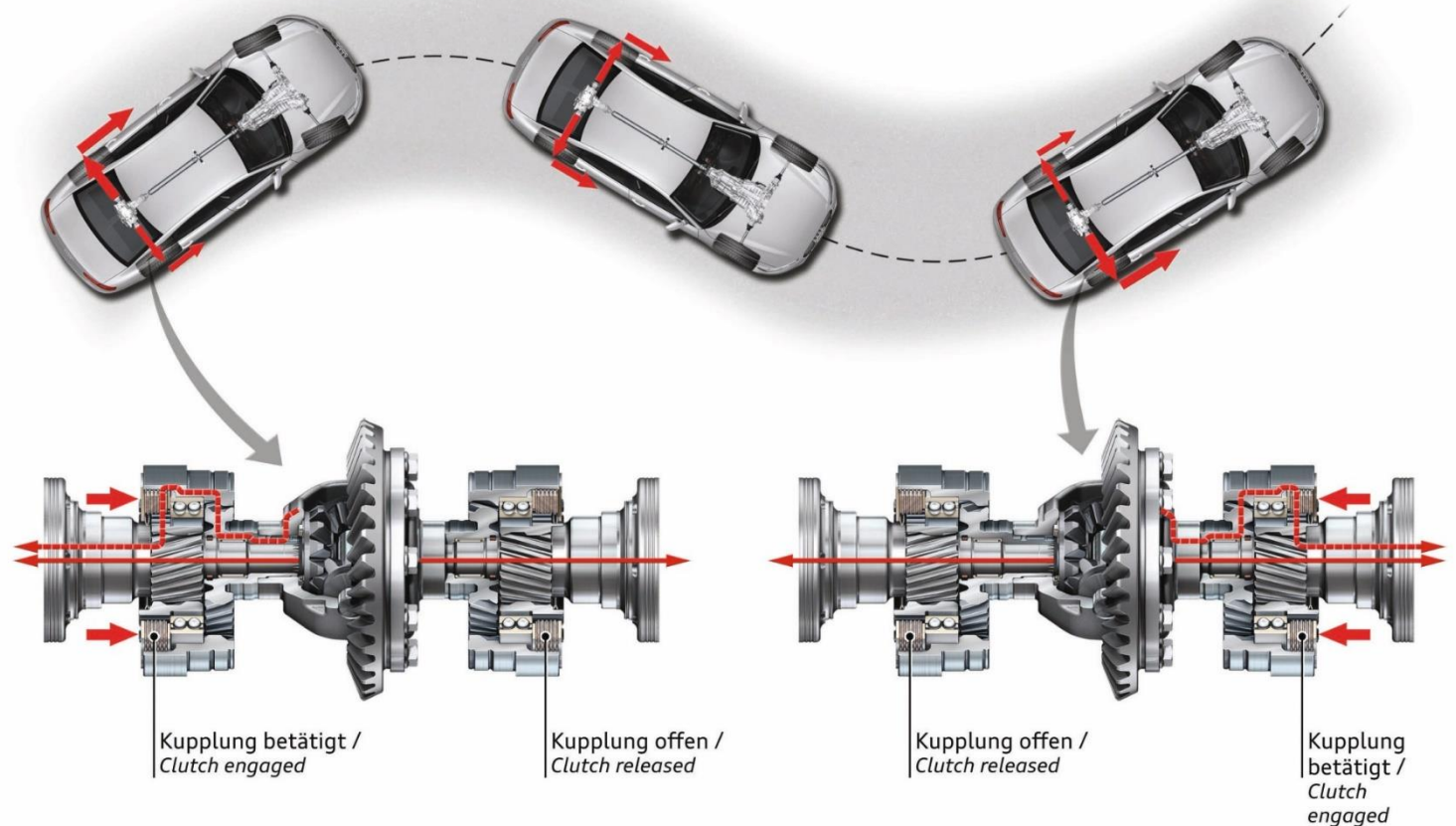
Поред тога, важни су и системи и склопови, који имају задатак да прилагоде доток параметара снаге (погонских момената и угаоне брзине) до погонских точкова, односно да ускладе довођење погонских момената са динамичким реакцијама на погонским точковима. На тај начин се омогућава приближавање физичким могућностима контакта пнеуматика и тла (у смислу преноса карактеристичних сила), а тиме и максималних перформанси возила у конкретним условима кретања.

Пример:

Audi A6

quattro mit Sportdifferenzial - Funktionsprinzip
quattro with sport differential - operating principle

01/11



* Динамичке реакције на точковима возила су „потенцијал“ за остварење хоризонталних сила (подужних и попречних)

- Максималне силе у контакту пнеуматика и тла
- Торзиона крутост трансмисије (инерцијална оптерећења)
- Хидростатички и хидродинамички преносници снаге (вучно-динамичке карактеристике возила са ХДМ)
- Зглобни преносници снаге
- Подужна динамика – систем за расподелу параметара снаге
 - Проходност у условима ниског коефицијента приањања са циркулацијом паразитске снаге
 - Побољшање вучно-динамичких перформанси возила (усаглашавање погонских сила са динамичким реакцијама на погонским точковима)

Силе у контакту кретања и тла

Векторски збир три компоненте (X,Y и Z).

Интегрално су ове компоненте у међузависности јер вертикалне динамичке реакције тла опредељују могуће „ХОРИЗОНТАЛНЕ СИЛЕ“ у контексту искоришћеног подужног и попречног приањања.

Постоји много утицајних чинилаца, али основни су:

- карактеристике система за ослањање,
- карактеристике кретања - пнеуматика и
- карактеристике тла.

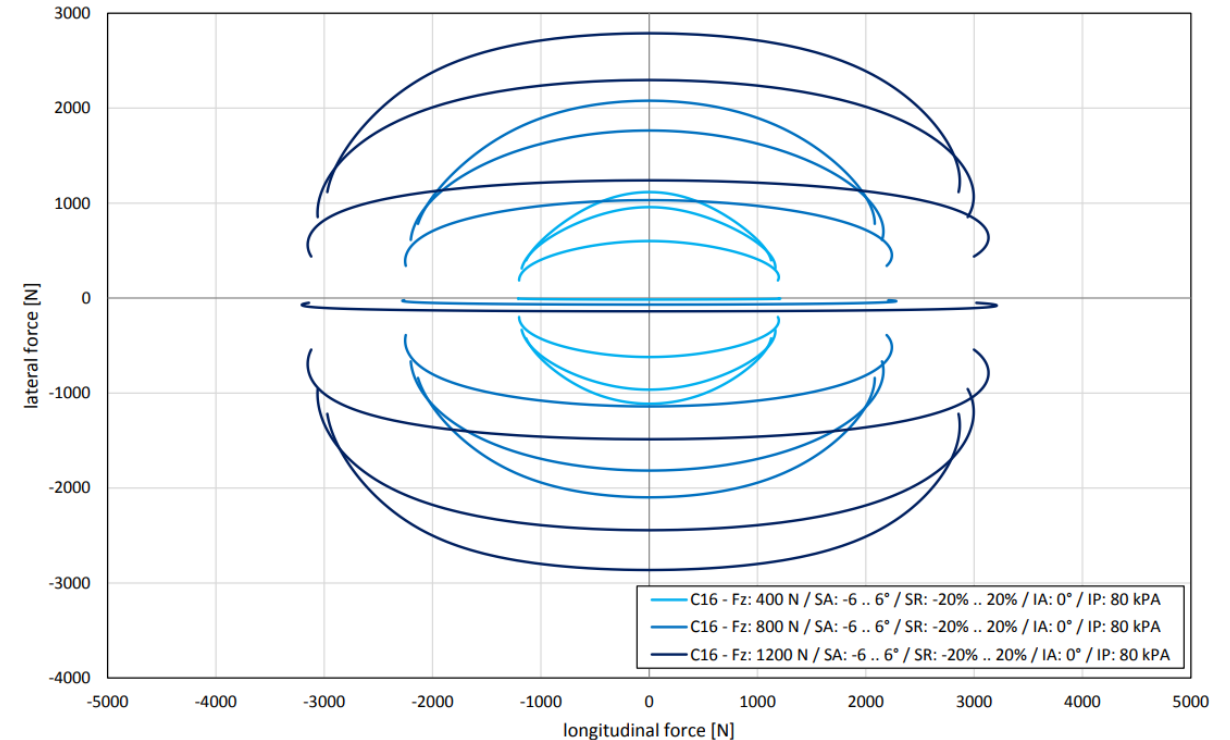
Ако се изузме околност ван путног коришћења возила у условима песка и/или блата, вертикална компонента силе Z се директно преноси на тло и има значаја по два аспекта:

- За анализу чврстоће носећег система, механизма за вођење точка итд.,
- Дефинише максималну вредност хоризонталних сила које су оствариве у контакту пнеуматика и тла.

Елипса приањања (Фрикциона елипса)

6.2 Combined Slip

Friction Ellipse



Проходност у условима смањеног приањања

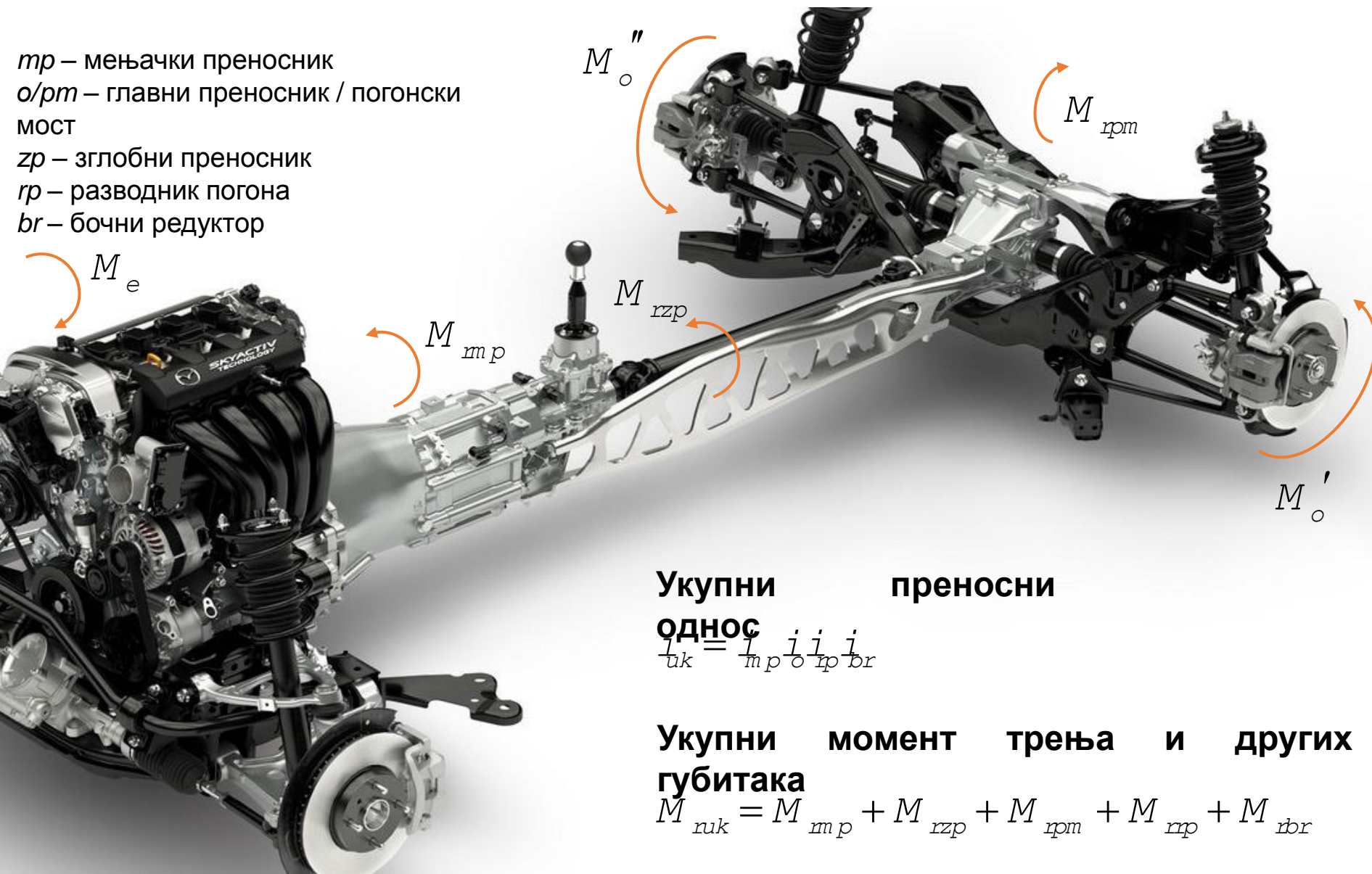
Циркулација паразитске снаге – затворено коло снаге

Блокада диференцијала (осног и међуосног) у циљу обезбеђења угаоне брзине (обртања) свих погонских точкова, при чему сваки погонски точак сразмерно маси коју носи доприноси пропулзији сходно условима приањања у сопственом контакту са тлом (КРУТИ РАЗВОД СНАГЕ).

- Зависно од „формуле вуче“ (4x2, 6x4, 8x4..., AWD) може се обезбедити и да целокупна маса возила буде у функцији пропулзије.
- Применљиво само у условима смањеног приањања и ограничен временски период, како би се сваки точак окретао у складу са условима приањања у контакту са подлогом.

* Блокиран развод снаге се користи само у случају „извлачења“ из слабо проходних деоница – ван путни услови, градилишта, снег, лед итд.

Проходност у условима смањеног приањања



Укупни преносни

однос

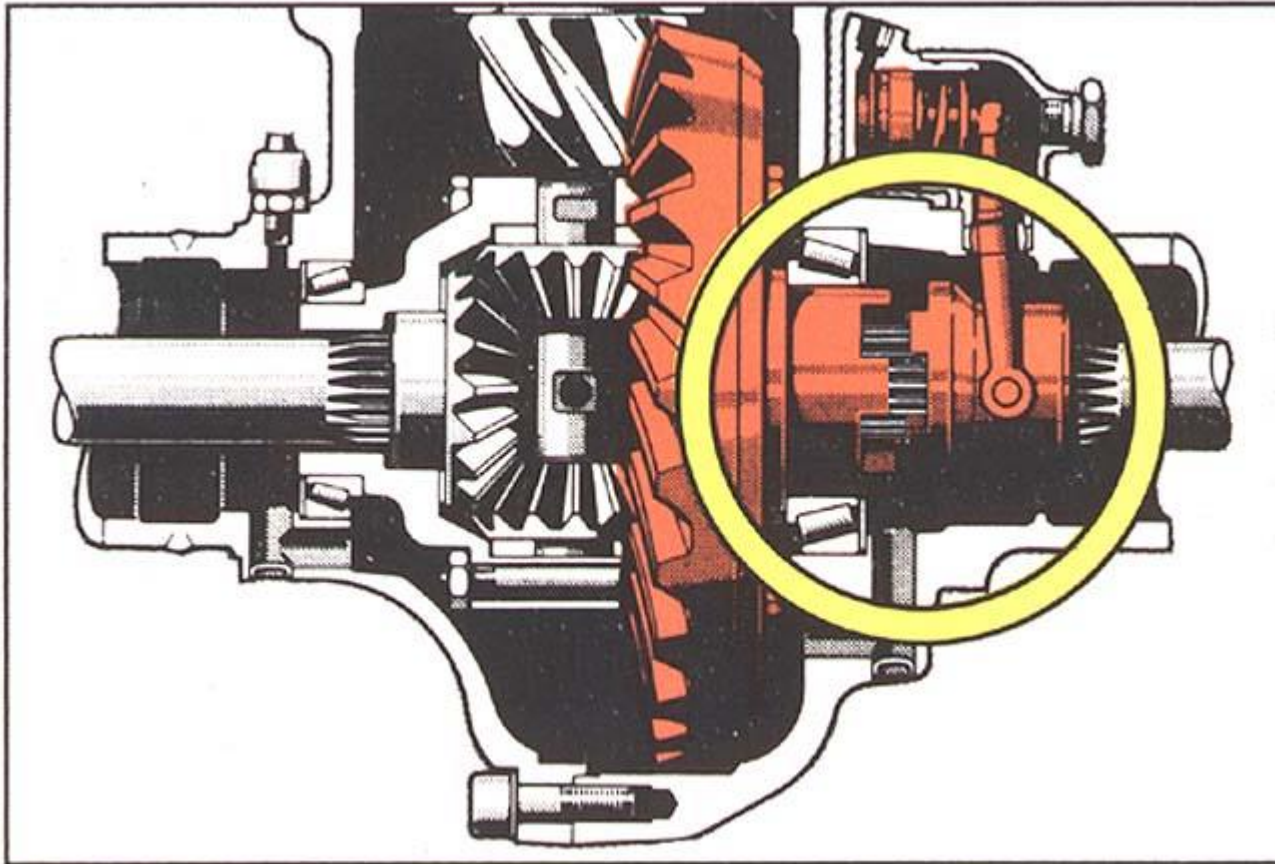
$$i_{uk} = i_{mp} i_o i_{rp} i_{br}$$

Укупни момент трења и других губитака

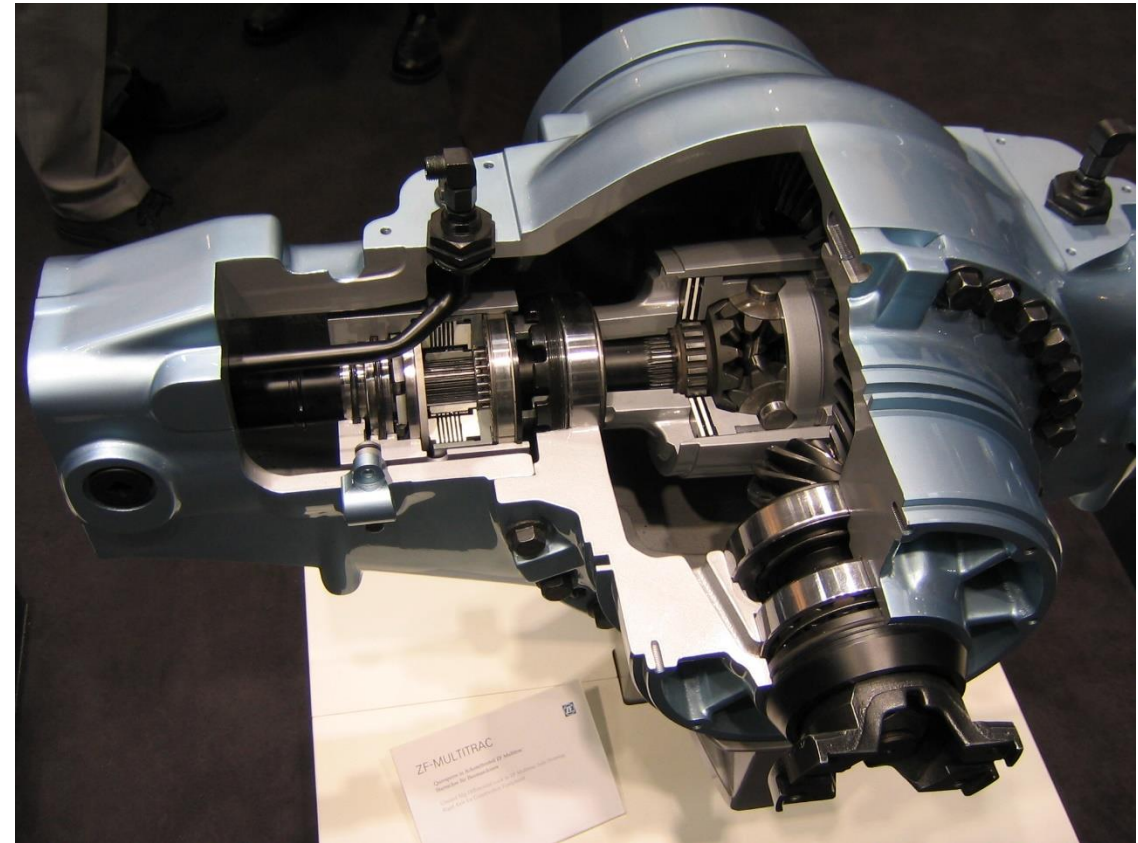
$$M_{ruk} = M_{mp} + M_{rzp} + M_{rpm} + M_{rp} + M_{ibr}$$

Блокада диференцијала

- Крути развод снаге
- Угаоне брзине левог и десног точка су исте
- Погонски момент зависи од расположивог приањања на сваком точку.



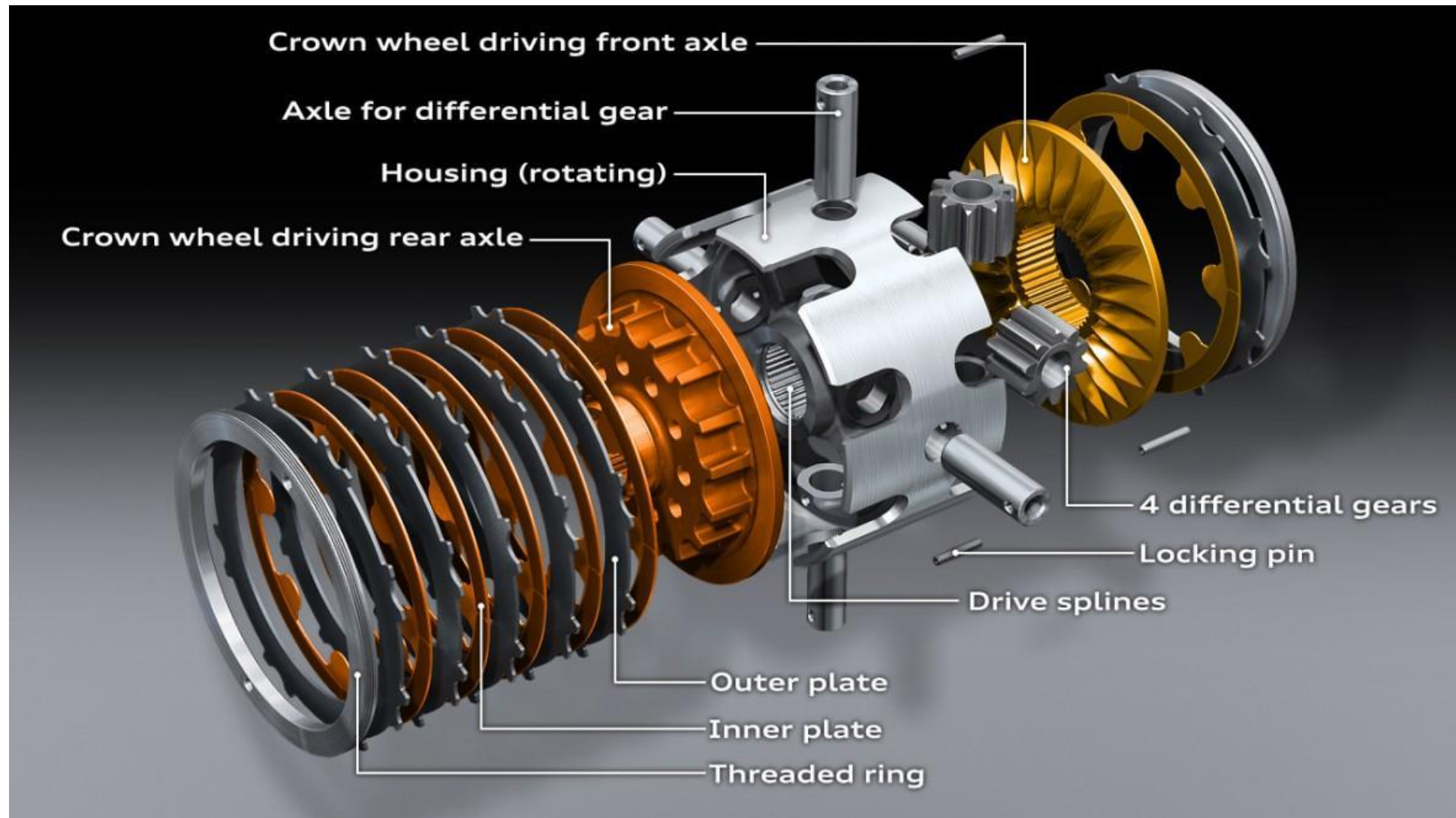
„ZF Multitrac“ осни диференцијал



* Блокиран развод снаге се користи само у случају „извлачења“ из слабо проходних деоница – ванпутни услови, градилишта, снег, лед итд.

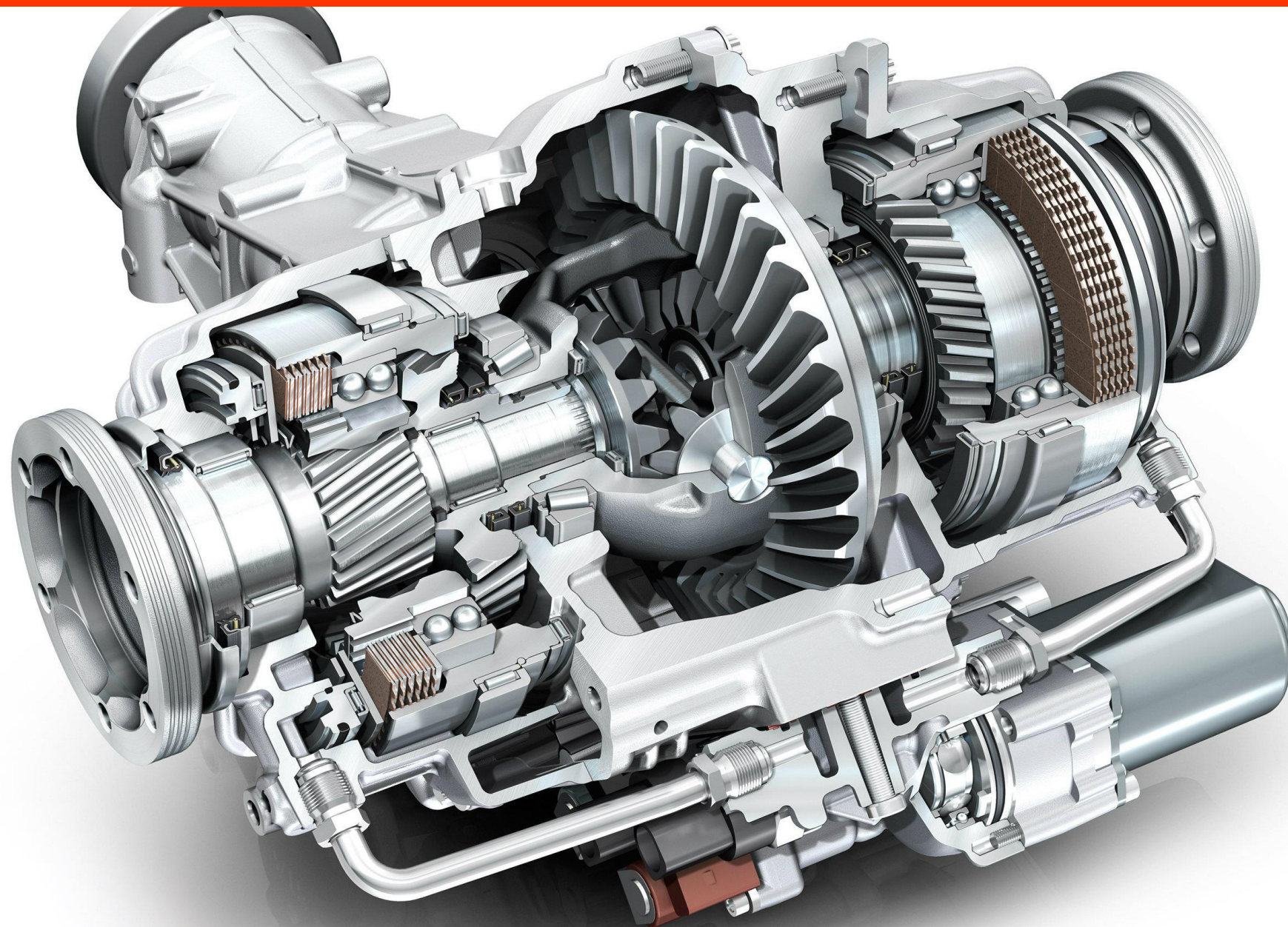
Блокада диференцијала

Audi AG – Међуосни диференцијал са чеоним зупцима.



Блокада диференцијала

Audi AG – осни диференцијал
(спортска возила)



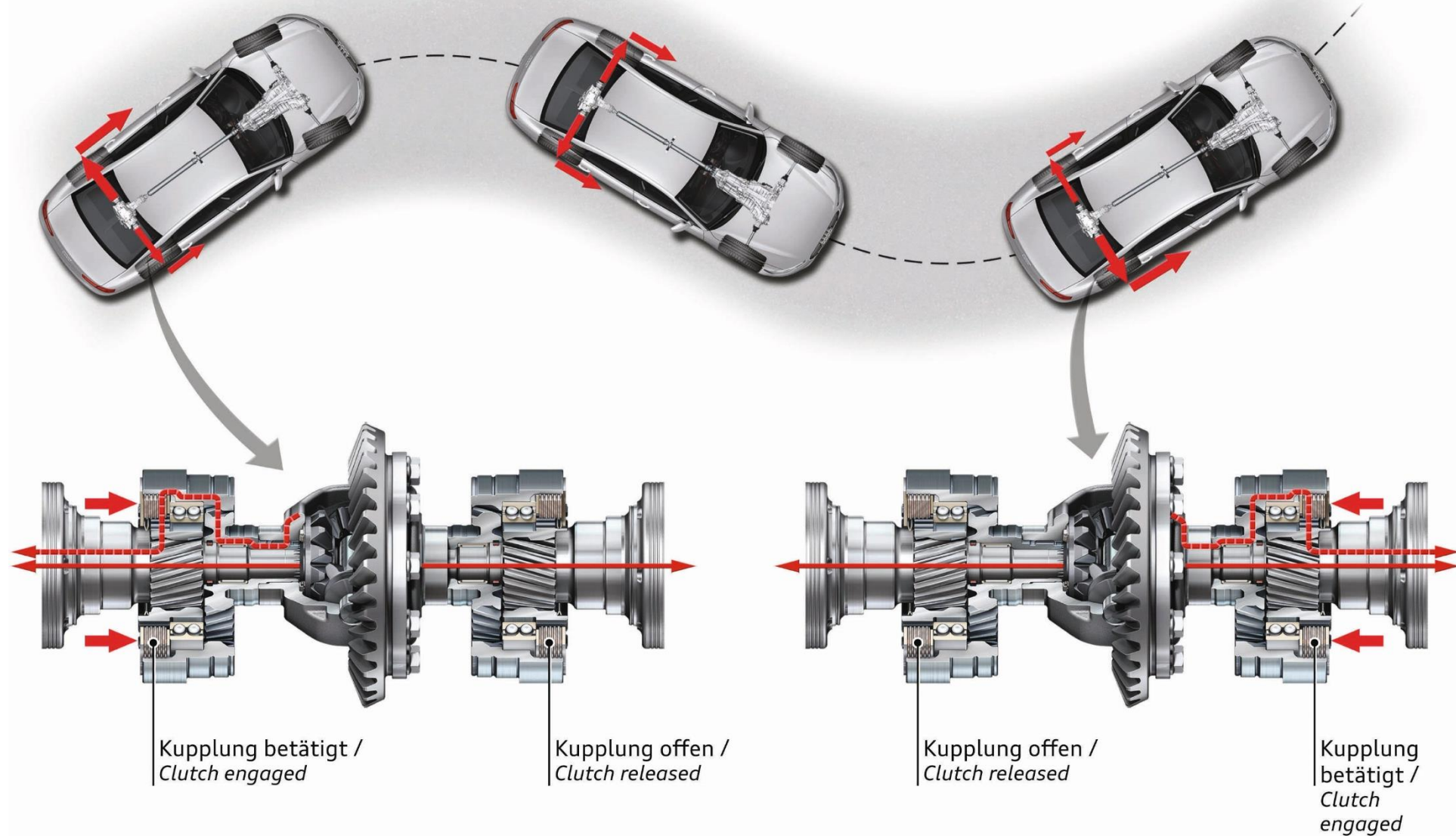
Блокада диференцијала

Audi AG – осни диференцијал
(спортска возила)

Принцип функционисања

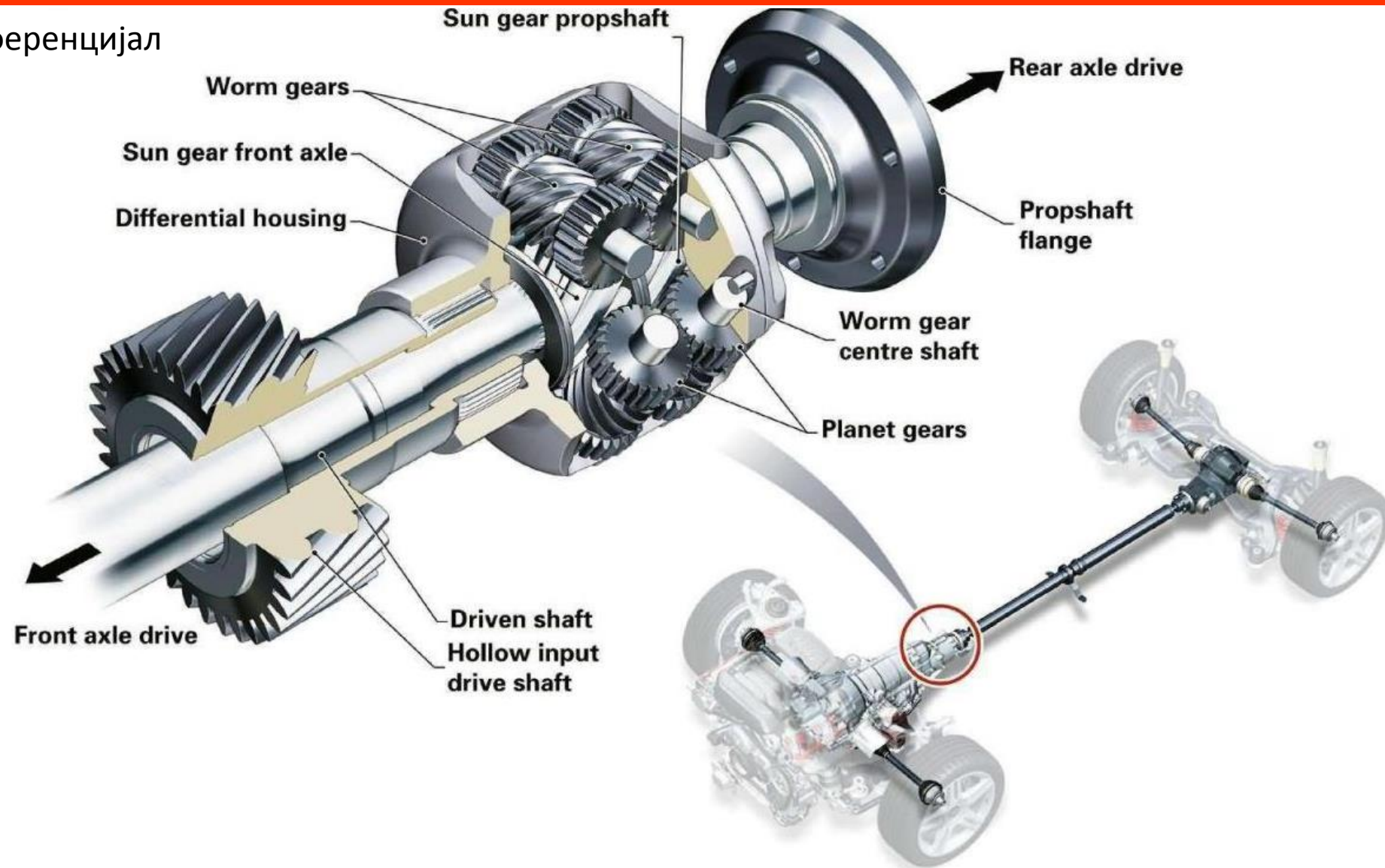
quattro mit Sportdifferenzial - Funktionsprinzip
quattro with sport differential - operating principle

01/11



Блокада диференцијала

Audi AG – „Torsen“ међуосни диференцијал



Блокада диференцијала

Audi AG – „Torsen“ међуосни диференцијал – Принцип функционисања

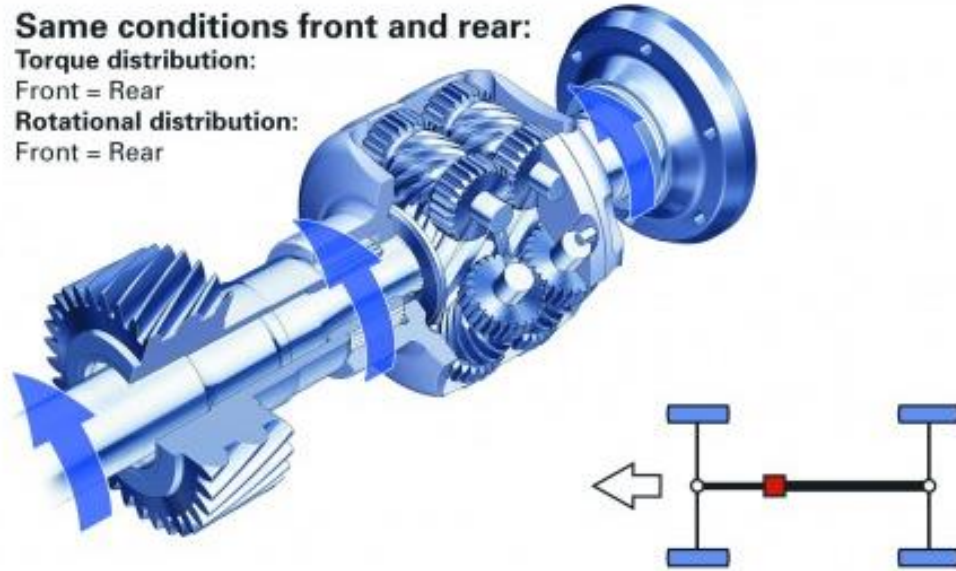
Same conditions front and rear:

Torque distribution:

Front = Rear

Rotational distribution:

Front = Rear



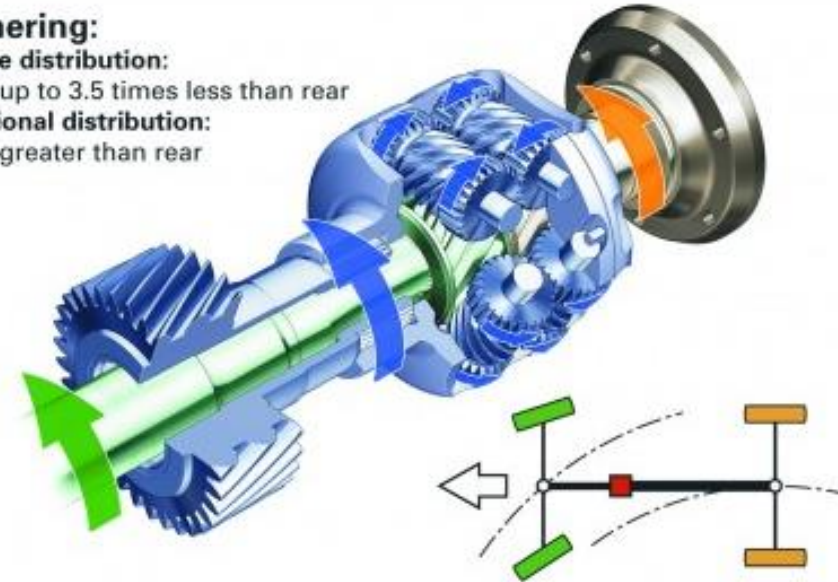
Cornering:

Torque distribution:

Front up to 3.5 times less than rear

Rotational distribution:

Front greater than rear



Front axle on ice:

Torque distribution:

Front up to 3.5 less than rear

Rotational distribution:

Front greater than rear



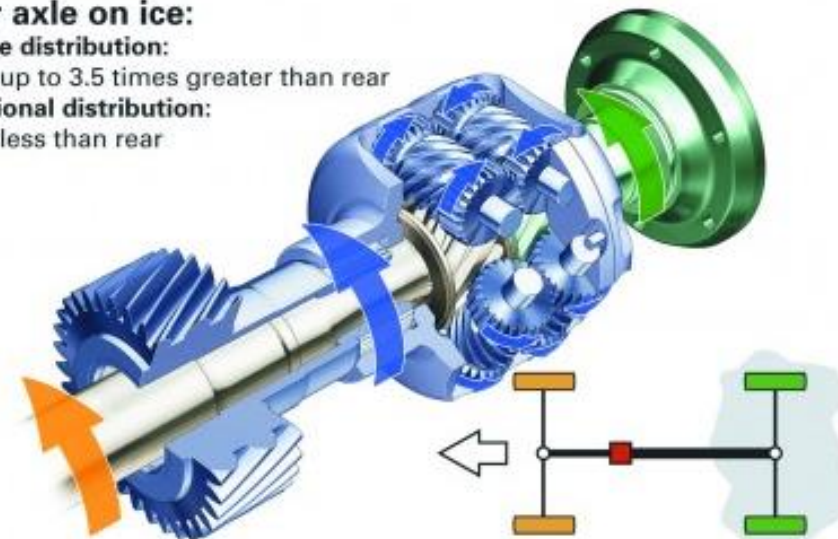
Rear axle on ice:

Torque distribution:

Front up to 3.5 times greater than rear

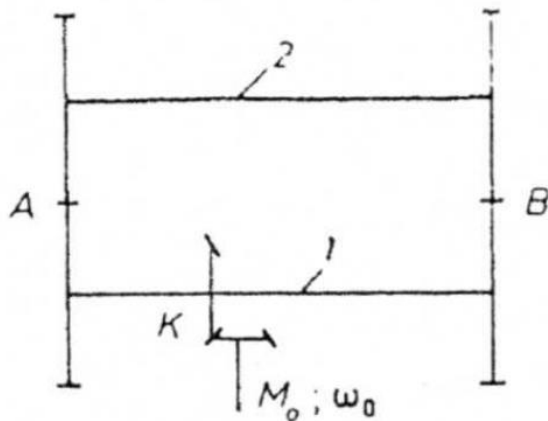
Rotational distribution:

Front less than rear



Погон на свим точковима

- Циркулација паразитске снаге везана је за крути развод снаге,
- Моторна возила се користе и на неравним теренима или беспућу, по различитим врстама тла, са израженим отпорима кретања и често уз неповољне услове приањања,
- Најефикаснији начин повећања проходности возила јесте остваривање погона на свим точковима. Пуно искоришћење масе возила за његову пропулзију, дакле свих маса које оптерећују поједине осовине возила (предњу и задњу односно и све остале на којима се налазе погонски точкови) може се остварити ако је кинематска веза између појединих точкова крута, односно ако се ради о тзв. **блокираном разводу снаге**,
- Блокиран развод снаге доводи до појаве „циркулације паразитске снаге“ која циркулише у преносном систему возила и која може знатно да повећа укупни ниво његовог оптерећења.
- Убрзано испитивање трансмисије,
- Испитни столови за испитивање динамичке издржљивости.

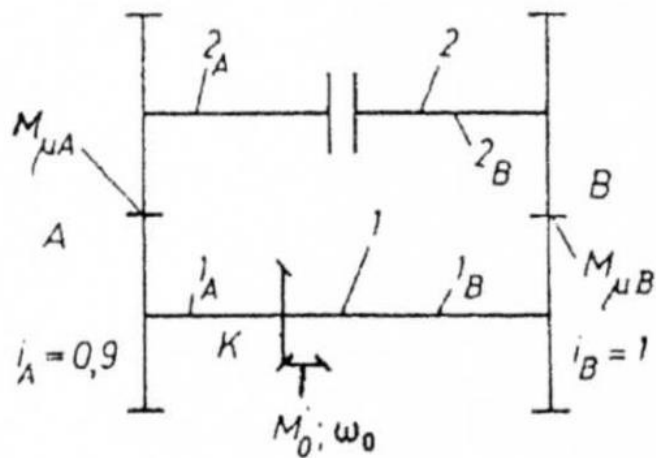


Због кинематске неусклађености долази до увијања целог система. Угао увијања ће се повећавати све док се зупчаник К окреће. Долази до отказа зупчаника или вратила.

$$i_A \neq i_B$$

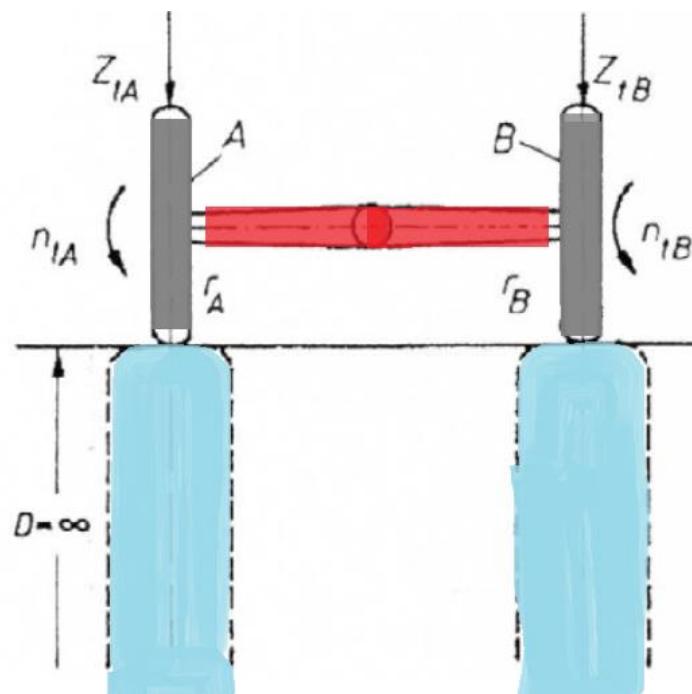
* Блокиран развод снаге се користи само у случају „извлачења“ из слабо проходних деоница – ванпутни услови, градилишта, снег, лед итд.

Погон на свим точковима



У систем постављамо фрикциону спојницу. Спречен је лом уколико је момент ношења спојнице довољно мањи од торзионе крутости вратила. Спојница проклизава и цео систем је допунски оптерећен моментом M_n , који уз одговарајући број обртаја представља **извор паразитске снаге** у систему.

- Брзина кретања возила,
- Блокиран диференцијал (осни или међуосни)
- Тло на које се возило ослања можемо да замислимо као два точка бесконачног пречника по коме се котрљају точкови. Притиснути су силама Z_t и гоњени бројем обртаја n_t .



Нпр. $r_a < r_b$ или се возило креће кроз кривину.

Један од погонских точкова ће проклизати.

$$M_{\phi A} = Z_{tA} \cdot \phi_A \cdot r_A \quad M_{\phi B} = Z_{tB} \cdot \phi_B \cdot r_B$$

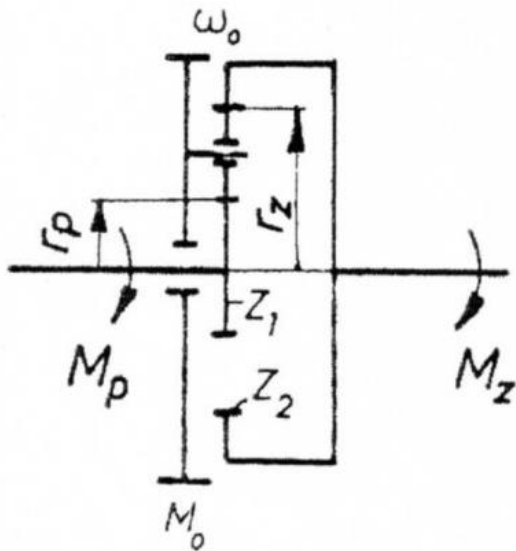
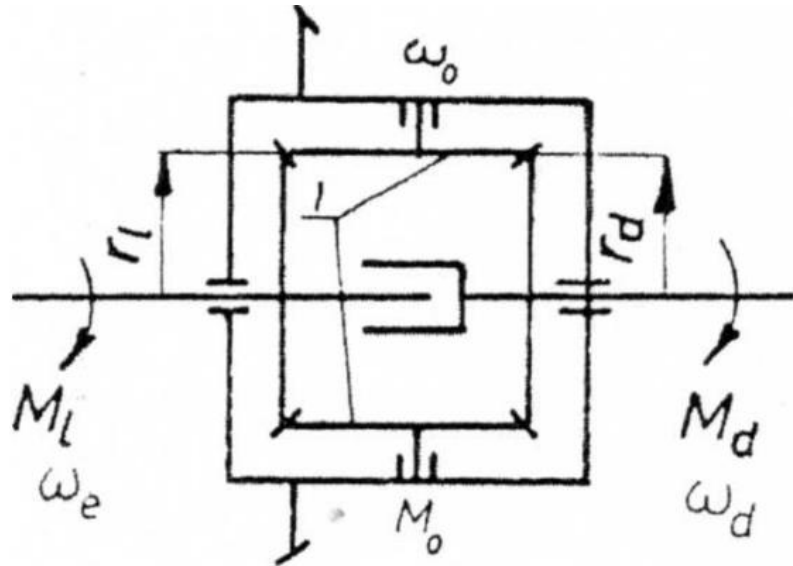
Меродаван је мањи момент. Вредност изазване паразитске снаге се добија као:

$$P_c = M_{\phi} \cdot \omega$$

* Паразитска снага увек постоји уколико је блокиран развод погона. Ниво оптерећења зависи од услова приањања у контакту са тлом а снага је пропорционална брзини кретања возила у тим условима.

Диференцијални развод

Елиминација циркулације снаге



Диференцијални преносник има:

- Погољна својства у погледу спречавања појаве паразитске снаге
- Непогољна у погледу карактеристика проходности возила



Open Differential



Locked Differential



Limited Slip Differential



Torsion Differential



Active Differential



Torsion Diff. Mechanism



Welded Differential

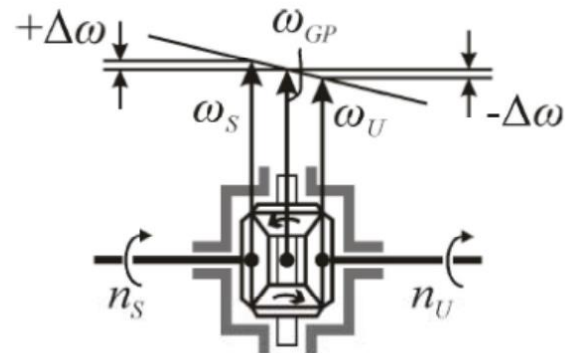
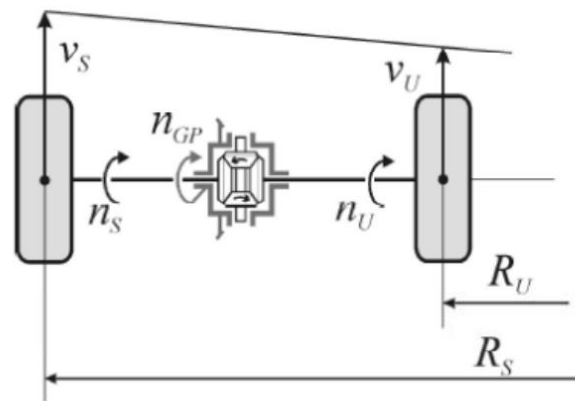


Torque Vectoring Differential

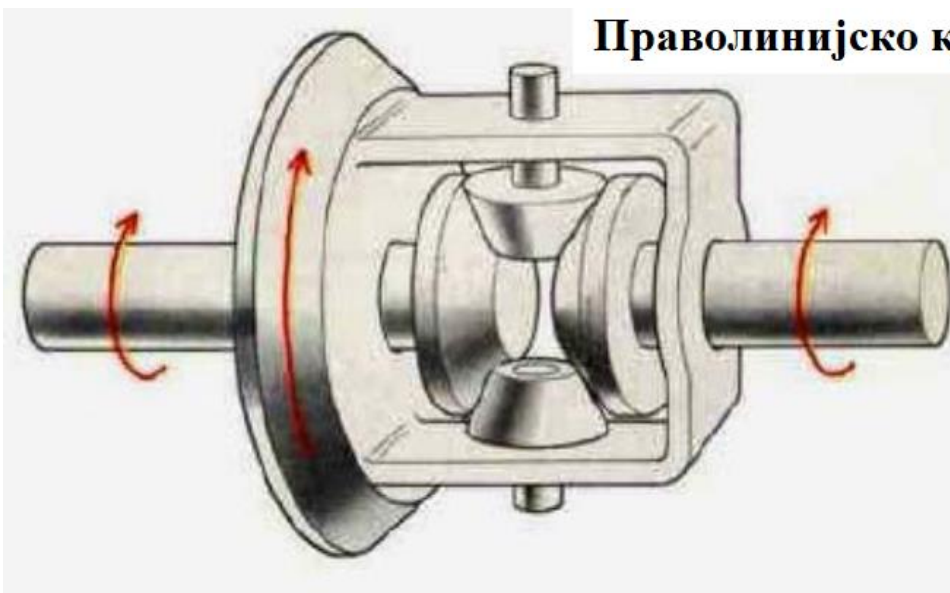
*Делимично или потрпуно блокирање диференцијалног преносника

Диференцијални развод

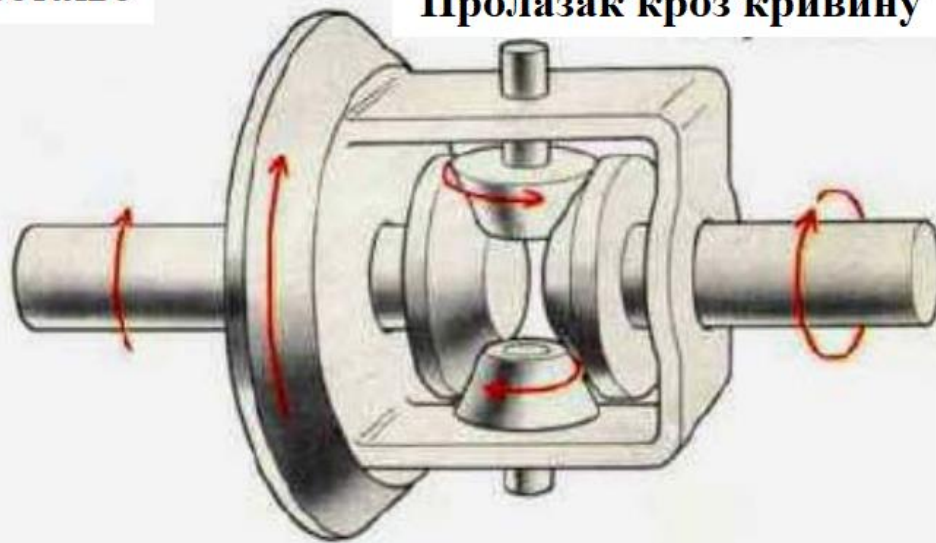
Функционисање диференцијала



Праволинијско кретање



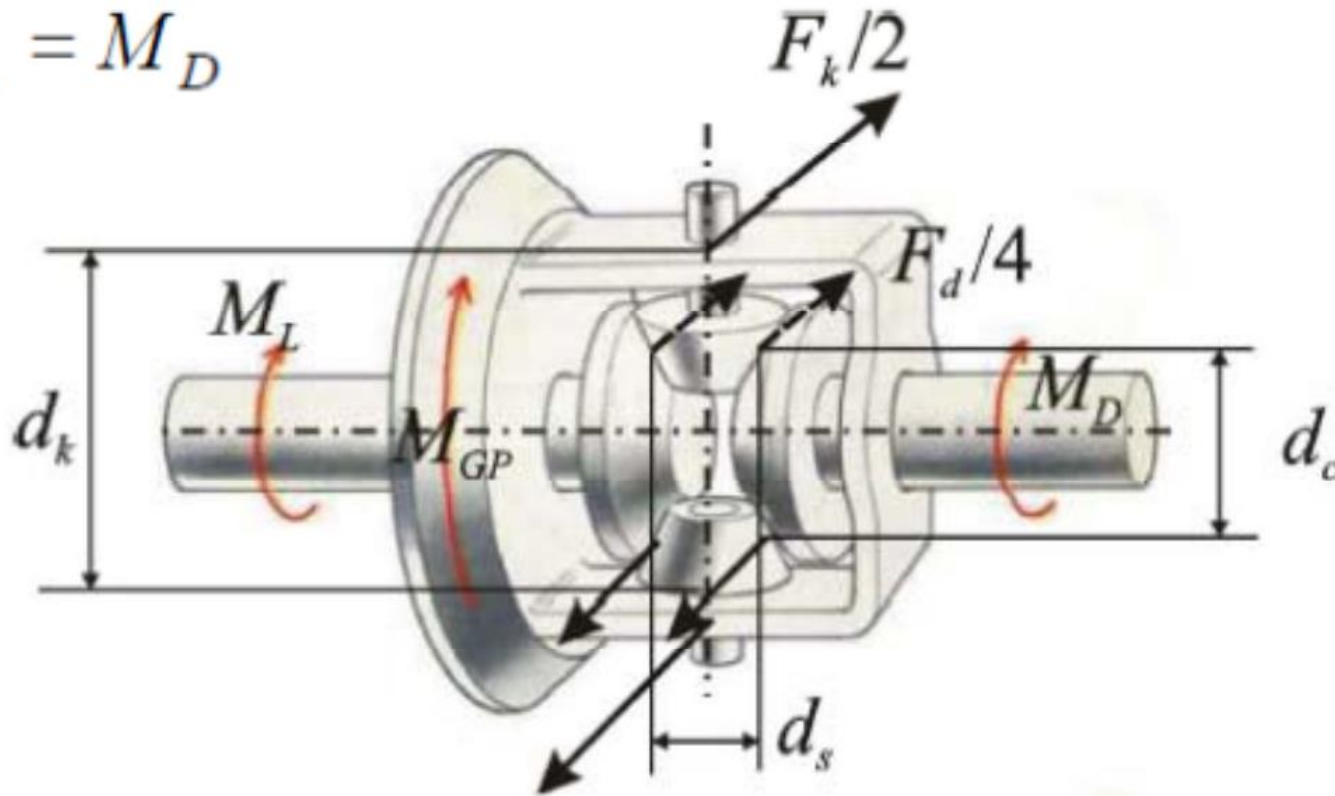
Пролазак кроз кривину



Диференцијални развод

Границе диференцијала при проклизавању точка – расподела обртног момента

$$M_L = M_D$$







Уколико на једној страни имамо низак коефицијент приањања (површина прекривена ледом) немамо реакцију X_t за пријем силе $F_d / 4$. Приањање ограничава максималну вредност момента који је могуће пренети на леву или десну страну.

*Делимично или потпуно блокирање диференцијалног преносника

Неколико напомена

- Паразитска снага не умањује вучно динамичке карактеристике,
- Возач нема осећај додатног оптерећења у трансмисији,
- Моменти су ограничени условима приањања,
- Снага је одређена брзином кретања возила,
- Произвођачи у упутствима јасно наглашавају да блокиран развод погона није дозвољен у условима високог коефицијента приањања и на великим брзинама кретања.

Transfer mode	Selection button	Indicator light	Description
4WD AUTO (4WD LOCK is deactivated)		 (not illuminated)	In the 4WD AUTO mode, under normal operating conditions, the vehicle operates similar to conventional 2WD vehicles. If the system determines there is a need for four wheel drive, the engine's driving power is distributed to all four wheels automatically. Use this mode when driving on normal roads.
4WD LOCK		 (illuminated)	In the 4WD LOCK mode, the system is deactivated when vehicle speed is over 30 km/h (19mph) and the mode is shifted to 4WD AUTO mode. If the vehicle speed slows down to 30 km/h (19mph), the mode shifts back to the 4WD LOCK mode. Use this mode when driving up or down steep inclines, driving off-road, driving on sandy and muddy roads, etc. to maximize traction

*Делимично или потрпуно блокирање диференцијалног преносника

Системи за расподелу обртног момента

Torque Vectoring

quattro with Sport differential

Mechanics
09/07

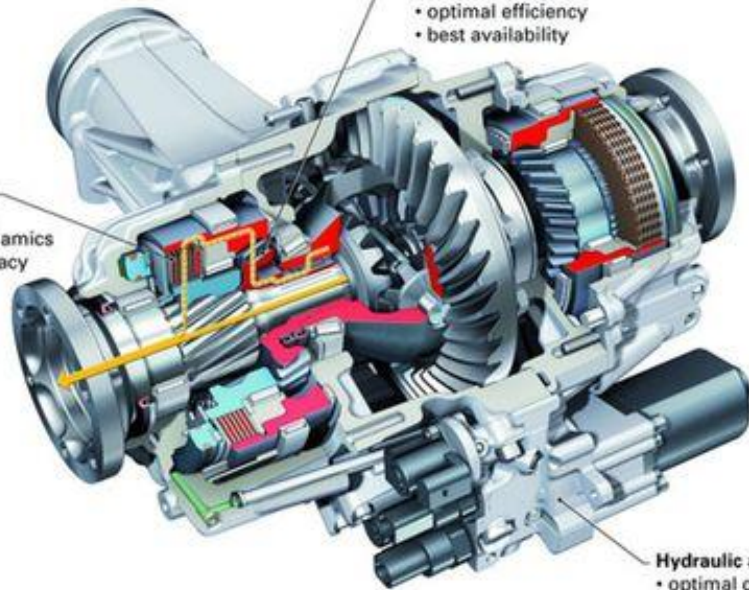


Overdrive speed difference
via internal step gear:

- compact design
- minimal weight
- optimal efficiency
- best availability

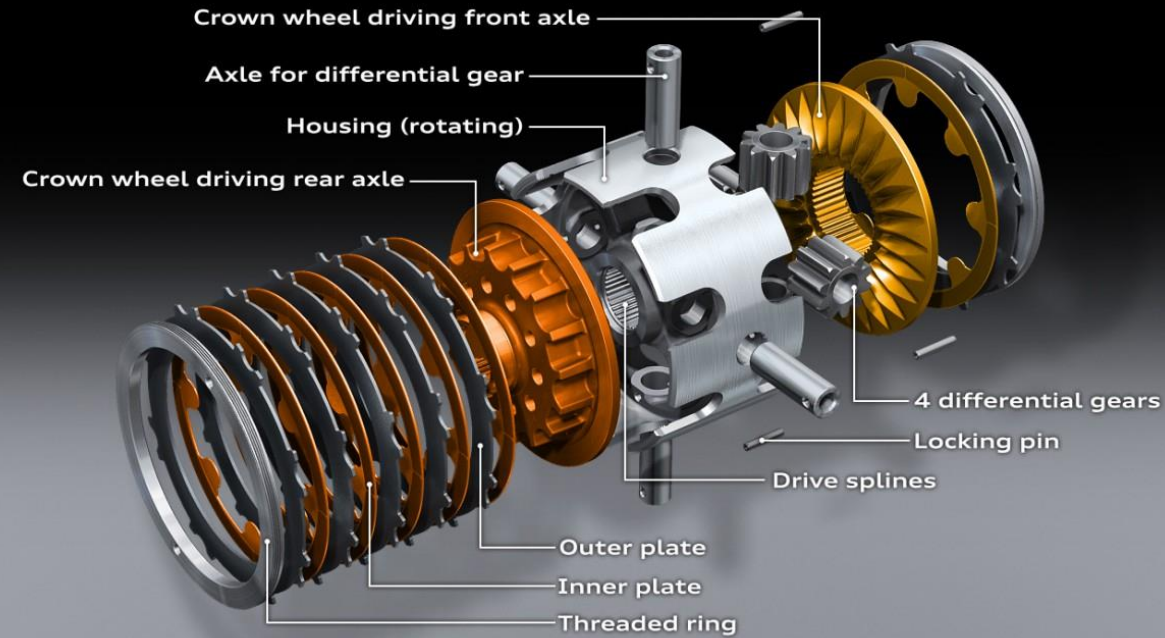
Clutch in power flow:

- minimal drag losses
- highest actuation dynamics
- optimal control accuracy



Hydraulic actuation:

- optimal control
- highest power density



*Делимично или потрпуно блокирање диференцијалног преносника